

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-176534

(43)Date of publication of application : 30.06.1998

(51)Int.Cl.

F01P 11/16

F01P 7/16

F02B 77/08

F02D 45/00

G01M 15/00

(21)Application number : 08-336579

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 17.12.1996

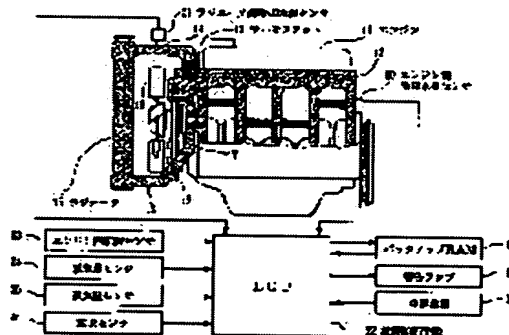
(72)Inventor : OKA TATSUYA  
WAKAHARA KEIJI  
ICHIKAWA AKIRA

## (54) THERMOSTAT TROUBLE DETECTING DEVICE FOR ENGINE COOLING SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To diagnose the presence of trouble on thermostats.

SOLUTION: This trouble detecting device is provided with a cooling water temperature sensing device 20 in a cooling water circulating channel for an engine 11 and a cooling water temperature sensing device 21 in a cooling water circulating channel for radiator 15, separately from a thermostat 13. In the temperature range wherein the thermostat 13 should be off under its normal conditions, this trouble detecting device diagnoses whether there is 'On trouble' or not with which the thermostat 13 is being kept on-state, based on the temperature difference or temperature changing ratio between the engine side cooling water temperature and the radiator side cooling water temperature. Further, this device diagnoses whether there is 'Off trouble' or not with which the thermostat 13 is being kept off-state in the temperature range wherein the thermostat 13 should be on-state under its normal conditions, based on the temperature difference or temperature changing ratio between the engine side cooling water temperature and the radiator side cooling water temperature. In this case, it is recommended to set up standards for judging troubles, based on at least one among operation conditions of the engine, outside temperature, intake temperature, and working condition of an air conditioner.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3419225

[Date of registration]

18.04.2003

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-176534

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月30日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup> 識別記号

F 0 1 P 11/16  
7/16 5 0 2

F 0 2 B 77/08  
F 0 2 D 45/00 3 6 0

F I

F 0 1 P 11/16 D  
7/16 5 0 2 A

F 0 2 B 77/08 M  
F 0 2 D 45/00 3 6 0 B  
3 6 0 D

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-336579

(22) 出願日 平成8年(1996)12月17日

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 岡 達也

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72) 発明者 若原 啓二

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72) 発明者 市川 彰

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

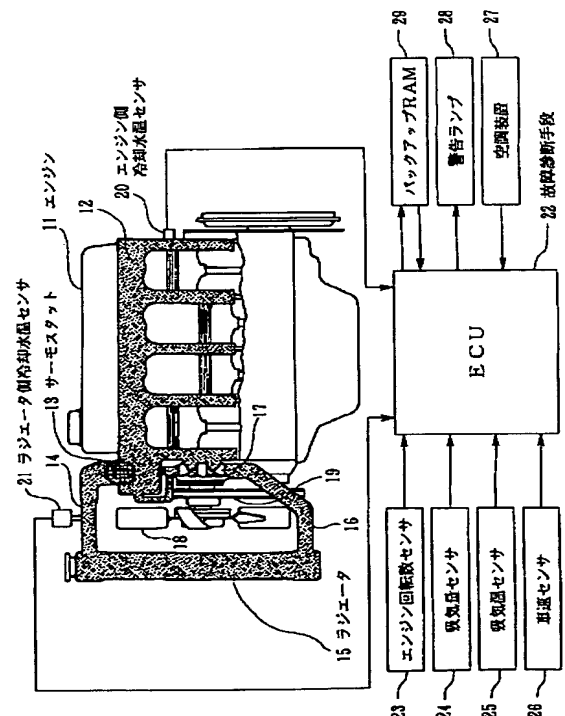
(74) 代理人 弁理士 加古 宗男

(54) 【発明の名称】 エンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置

(57) 【要約】

【課題】 サーモスタットの故障の有無を診断できるようにする。

【解決手段】 サーモスタット13よりもエンジン11側の冷却水循環経路にエンジン側冷却水温センサ20を設け、ラジエータ15側の冷却水循環経路にラジエータ側冷却水温センサ21を設ける。サーモスタット13が正常であれば閉じている温度領域で、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温との温度差又は温度変化率に基づいて、サーモスタット13が閉じずに開き放しになる開故障の有無を診断する。更に、サーモスタット13が正常であれば開いている温度領域で、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温との温度差又は温度変化率に基づいて、サーモスタット13が開かずに閉じ放しになる閉故障の有無を診断する。この場合、故障判定の判定基準値は、エンジンの運転状態、外気温、吸気温、空調装置の作動状態のうちの少なくとも1つに基づいて設定すると良い。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エンジンを冷却する冷却水の循環経路において該エンジンとラジエータとの間に設けられたサーモスタットの故障を検出する内燃機関冷却系のサーモスタット故障検出装置であって、  
前記サーモスタットよりも前記エンジン側の冷却水循環経路の冷却水温（以下「エンジン側冷却水温」という）を検出するエンジン側冷却水温検出手段と、  
前記サーモスタットよりも前記ラジエータ側の冷却水循環経路の冷却水温（以下「ラジエータ側冷却水温」という）を検出するラジエータ側冷却水温検出手段と、  
前記エンジン側及び前記ラジエータ側の両冷却水温検出手段によって検出したエンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温とに基づいて前記サーモスタットの故障の有無を診断する故障診断手段とを備えていることを特徴とするエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項 2】 前記故障診断手段は、前記サーモスタットが正常であれば閉じている温度領域で、該サーモスタットが閉じずに開き放しになる故障（以下「開故障」という）の有無を診断する開故障診断手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項 3】 前記開故障診断手段は、前記エンジンを冷間始動してから前記サーモスタットが開弁する温度に達するまでの期間に前記サーモスタットの開故障の有無を診断することを特徴とする請求項 2 に記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項 4】 前記開故障診断手段は、前記エンジン側及び前記ラジエータ側の両冷却水温検出手段によって検出したエンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温との温度差に基づいて前記サーモスタットの開故障の有無を診断することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項 5】 前記開故障診断手段は、前記エンジン側及び前記ラジエータ側の両冷却水温検出手段によって検出したエンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温の各々の温度変化率に基づいて前記サーモスタットの開故障の有無を診断することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項 6】 前記故障診断手段は、前記サーモスタットが正常であれば開いている温度領域で、該サーモスタットが開かずに閉じ放しになる故障（以下「閉故障」という）の有無を診断する閉故障診断手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項 7】 前記閉故障診断手段は、前記エンジンを冷間始動してから前記サーモスタットが開弁する温度に達した後に前記サーモスタットの閉故障の有無を診断することを特徴とする請求項 6 に記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項 8】 前記閉故障診断手段は、前記エンジン側及び前記ラジエータ側の両冷却水温検出手段によって検出したエンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温との温度差に基づいて前記サーモスタットの閉故障の有無を診断することを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項 9】 前記閉故障診断手段は、前記エンジン側及び前記ラジエータ側の両冷却水温検出手段によって検出したエンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温の各々の温度変化率に基づいて前記サーモスタットの閉故障の有無を診断することを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項 10】 前記故障診断手段は、故障判定の判定基準値を前記エンジンの運転状態、外気温、吸気温、空調装置の作動状態のうちの少なくとも 1 つに基づいて設定する判定基準値設定手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項 11】 前記故障診断手段が前記サーモスタットの故障有りとは診断したときにそれを警告する警告手段を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項 12】 前記エンジンの冷却系、前記エンジン側及び前記ラジエータ側の両冷却水温検出手段のいずれかが故障したときに、前記故障診断手段による前記サーモスタットの故障診断を禁止する故障診断禁止手段を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エンジンの冷却水の温度調節を行うサーモスタットの故障の有無を検出するエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、水冷式のエンジンでは、エンジン内の冷却水路（ウォータージャケット）とラジエータとの間で冷却水を循環させる冷却水循環経路に、冷却水温に応じて自動的に開閉するサーモスタットを設け、エンジンの始動後に暖機運転が完了するまでは、サーモスタットを閉じて冷却水の循環を停止し、エンジン側の冷却水温を速やかに適正温度域に上昇させて、燃費向上、エミッション低減を図り、エンジン側の冷却水温が適正温度域を越えたときにサーモスタットを自動的に開いて、ラジエータ側の冷えた冷却水をエンジン側へ循環させてエンジン側の冷却水温を適正温度域まで低下させるようになっている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、サーモスタットの故障モードには、サーモスタットが開き放しになる開故障と、閉じ放しになる閉故障とがある。開故障が発生すると、エンジンが冷えた状態で始動する冷間始動時でも、始動当初からラジエータ内の冷えた冷却水がエンジン内に循環されてしまうため、始動後のエンジン側の冷却水温の上昇が妨げられて、エンジンの暖機が遅れ、燃費悪化やエミッション増加を招いてしまう。また、閉故障が発生すると、エンジン側の冷却水温が適正温度域を越えたときでも、ラジエータ側の冷えた冷却水がエンジン側に循環されないため、エンジン側の冷却水温が上昇し続け、エンジンがオーバーヒートしてしまうおそれがある。従って、サーモスタットの故障が発生したときには、それを直ちに検出して運転者に警告することが望ましい。

【0004】尚、エンジン冷却系の故障を検出する公知技術として、特開平4-19329号公報に示すように、ラジエータの入口と出口にそれぞれ水温センサを設け、ラジエータの入口水温と出口水温とに基づいてラジエータの放熱性能を評価して、ラジエータの劣化を検出するものがある。サーモスタットは、エンジン側の冷却水温に応じて自動的に開閉作動するものであるため、上記公知技術のように、サーモスタットの開閉作動とは無関係のラジエータ側の冷却水温を2箇所でも検出してもサーモスタットの故障を検出することはできない。しかも、ラジエータ側に新たに2つの温度センサを設けなければならない、その分、コスト高になる欠点がある。

【0005】本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、サーモスタットの故障を比較的安価な手段で精度良く検出することができる内燃機関冷却系のサーモスタット故障検出装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】まず、本発明の理解を容易にするために、サーモスタット故障時の冷却水温の挙動を図5及び図6を用いて説明する。

【0007】図5は、サーモスタットが開き放しになる開故障が発生したときのエンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温の挙動を正常時と比較して示したものである。冷間始動時には、サーモスタットが正常であれば閉弁しているため、冷却水の循環が停止されて、エンジン側冷却水温の上昇が促進され、ラジエータ側冷却水温はほとんど上昇しないが、開故障が発生すると、冷間始動時でも、始動当初からラジエータ内の冷えた冷却水がエンジン内に循環されてしまうため、始動後のエンジン側冷却水温の上昇が遅れ、一方、ラジエータ側冷却水温は始動直後から上昇し始める。

【0008】また、暖機完了後（サーモスタットの開弁後）に、エンジン側冷却水温がサーモスタットの閉弁温度以下に低下したときには、サーモスタットが正常であ

れば閉弁して冷却水の循環が停止され、エンジン側冷却水温が再上昇し、ラジエータ側冷却水温が低下するが、開故障時には、サーモスタットが閉弁せずに冷却水が循環し続けてエンジン側冷却水温が低下し続け、一方、ラジエータ側冷却水温は上昇する。

【0009】図6は、サーモスタットが閉じ放しになる閉故障が発生したときのエンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温の挙動を正常時と比較して示したものである。エンジン側冷却水温がサーモスタット閉弁温度を越えたときには、サーモスタットが正常であれば開弁して、ラジエータ側の冷えた冷却水がエンジン側に循環され、エンジン側冷却水温が低下し、ラジエータ側冷却水温が上昇するが、閉故障時には、サーモスタットが開弁せず、冷却水の循環が行われずに、エンジン側冷却水温が上昇し続け、一方、ラジエータ側冷却水温はあまり上昇しない。

【0010】このように、サーモスタットが故障すると、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温の挙動が正常時と大きく異なるため、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温の挙動を見ればサーモスタットが正常か故障かを判別可能である。

【0011】そこで、本発明の請求項1のサーモスタット故障検出装置は、サーモスタットよりもエンジン側の冷却水循環経路の冷却水温（エンジン側冷却水温）をエンジン側冷却水温検出手段により検出すると共に、サーモスタットよりもラジエータ側の冷却水循環経路の冷却水温（ラジエータ側冷却水温）をラジエータ側冷却水温検出手段により検出し、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温とに基づいてサーモスタットの故障の有無を故障診断手段により診断するものである。これにより、従来では検出できなかったサーモスタットの故障を精度良く検出できる。しかも、エンジン側冷却水温検出手段は、従来のエンジンにも設けられていたエンジン制御用の水温センサを使用すれば良いので、従来のエンジン制御システムにラジエータ側冷却水温検出手段を新たに追加するだけで良く、比較的構成が簡単で、コストアップも少なく済む。

【0012】ここで、開故障の有無を診断する場合には、請求項2のように、サーモスタットが正常であれば閉じている温度領域で、開故障の有無を開故障診断手段により診断するようにすれば良い。つまり、図5に示すように、開故障時にエンジン側／ラジエータ側の冷却水温の挙動が正常時の冷却水温の挙動と大きく異なる領域は、サーモスタットが正常であれば閉じている温度領域であるため、この温度領域で開故障の診断を行うことで、開故障を精度良く診断できる。

【0013】更に、請求項3のように、エンジンを冷間始動してからサーモスタットが開弁する温度に達するまでの期間に、サーモスタットの開故障の有無を診断するようにしても良い。つまり、冷間始動当初は、エンジン

側冷却水温とラジエータ側冷却水温とがほぼ同一若しくは近い温度であるため、冷間始動してからサーモスタットが開弁する温度に達するまでの期間は閉故障時と正常時の冷却水温の挙動の相違を判別しやすく、他の運転期間と比較して閉故障を正確に診断できる。

【0014】この場合、請求項4のように、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温との温度差に基づいてサーモスタットの閉故障の有無を診断するようにしても良い。つまり、サーモスタットが閉じているときには、冷却水温の循環が停止されるため、エンジン側冷却水温が上昇するが、ラジエータ側冷却水温はほぼ一定か又は放熱により温度低下するため、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温との温度差が時間経過とともに拡大する。しかし、閉故障が発生すると、冷却水の循環によりエンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温との温度差が正常時よりもかなり少なくなる。従って、この温度差から、サーモスタットが正常に閉じているか、開き放しの閉故障であるか否かを精度良く判別することができる。

【0015】或は、請求項5のように、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温の各々の温度変化率に基づいてサーモスタットの閉故障の有無を診断するようにしても良い。つまり、図5に示すように、閉故障時と正常時とでは、エンジン側／ラジエータ側の冷却水温の温度変化率が異なるため、エンジン側／ラジエータ側の冷却水温の温度変化率から、サーモスタットが正常に閉じているか、開き放しの閉故障であるか否かを精度良く判別することができる。

【0016】一方、サーモスタットが開かずに閉じ放しになる故障（閉故障）の有無を診断する場合には、請求項6のように、サーモスタットが正常であれば開いている温度領域で、閉故障の有無を閉故障診断手段により診断すると良い。つまり、図6に示すように、閉故障時にエンジン側／ラジエータ側の冷却水温の挙動が正常時の冷却水温の挙動と大きく異なる領域は、サーモスタットが正常であれば開いている温度領域であるため、この温度領域で閉故障の診断を行うことで、閉故障を精度良く診断できる。

【0017】更に、請求項7のように、エンジンを冷間始動してからサーモスタットが開弁する温度に達した後（つまり暖機完了後）に、サーモスタットの閉故障の有無を診断するようにしても良い。図6に示すように、暖機が完了するまでは、サーモスタットが閉じていて、ラジエータ側冷却水温が低温に保たれるため、暖機完了時にはエンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温との温度差が最も大きくなり、その後の冷却水温の変化が正常時と閉故障時とで大きく異なる。従って、暖機完了後に閉故障の診断を行えば、閉故障時と正常時の冷却水温の挙動を判別しやすく、他の運転期間と比較して閉故障を正確に診断できる。

【0018】この場合、請求項8のように、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温との温度差に基づいてサーモスタットの閉故障の有無を診断するようにしても良い。つまり、閉故障時には、サーモスタットが開弁温度を越えても開かないため、図6に示すように、エンジン側冷却水温が開弁温度を越えて上昇し続け、ラジエータ側冷却水温があまり上昇しない。このため、閉故障時には、正常時と比較してエンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温との温度差が大きくなる。従って、この温度差から、サーモスタットが正常に開いているか、閉じ放しの閉故障であるか否かを精度良く判別することができる。

【0019】或は、請求項9のように、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温の各々の温度変化率に基づいてサーモスタットの閉故障の有無を診断するようにしても良い。つまり、図6に示すように、閉故障時と正常時とでは、エンジン側／ラジエータ側の冷却水温の温度変化率が異なるため、エンジン側／ラジエータ側の冷却水温の温度変化率から、サーモスタットが正常に開いているか、閉じ放しの閉故障であるか否かを精度良く判別することができる。

【0020】図5及び図6に示したエンジン側／ラジエータ側の冷却水温の挙動は、エンジンの発熱量や冷却水の放熱量を左右するパラメータである、エンジンの運転状態、外気温、吸気温、空調装置の作動状態によって変化する。

【0021】この対策としては、請求項10のように、故障判定の判定基準値をエンジンの運転状態、外気温、吸気温、空調装置の作動状態のうちの少なくとも1つに基づいて判定基準値設定手段により設定すると良い。このようにすれば、エンジンの発熱量や冷却水の放熱量を考慮した故障判定が可能となり、その分、故障診断精度を向上することができる。

【0022】また、請求項11のように、故障診断手段がサーモスタットの故障有りと診断したときにそれを警告手段によって警告するようにしても良い。このようにすれば、サーモスタットの故障を運転者に確実に知らせることができる。

【0023】更に、請求項12のように、エンジンの冷却系、エンジン側及びラジエータ側の両冷却水温検出手段のいずれかが故障したときに、故障診断手段によるサーモスタットの故障診断を故障診断禁止手段により禁止するようにしても良い。これにより、誤診断を未然に防止でき、故障診断の信頼性を向上できる。

【0024】

【発明の実施の形態】

【実施形態（1）】以下、本発明の実施形態（1）を図1乃至図6に基づいて説明する。まず、図1に基づいてエンジン11の冷却系全体の概略構成を説明する。エンジン11のシリンダブロックとシリンダヘッドの内部に

はウォータジャケット12が設けられ、このウォータジャケット12内に冷却水が注入されている。このウォータジャケット12の出口部にはサーモスタット13が設けられ、このサーモスタット13を通過する高温の冷却水が冷却水循環路14を介してラジエータ15に送られる。このラジエータ15で放熱して温度低下した冷却水は、冷却水循環路16を介してウォータジャケット12内に戻される。従って、サーモスタット13の開弁時には、冷却水がウォータジャケット12→サーモスタット13→冷却水循環路14→ラジエータ15→冷却水循環路16→ウォータジャケット12という経路で循環し、エンジン11を適温に冷却する。

【0025】また、ウォータジャケット12の入口部にはウォータポンプ17が設けられ、このウォータポンプ17がラジエータ15の後方に設置された冷却ファン18と連結され、これらウォータポンプ17と冷却ファン18とがベルト19を介して伝達されるエンジン動力によって一体的に回転駆動される。ウォータポンプ17の回転により上記冷却水循環経路での冷却水の循環を促進し、冷却ファン18の回転によりラジエータ15の放熱効果を高め、ラジエータ15内の冷却水の冷却を促進する。

【0026】エンジン11のシリンダブロックには、サーモスタット13よりもエンジン11側の冷却水循環経路であるウォータジャケット12内の冷却水温（エンジン側冷却水温）を検出するエンジン側冷却水温センサ20（エンジン側冷却水温検出手段）が設けられている。尚、エンジン側冷却水温センサ20の取付位置は、サーモスタット13よりもエンジン11側の冷却水循環経路であれば良く、例えばウォータジャケット12のシリンダヘッド側の部分に取り付けても良い。

【0027】また、サーモスタット13よりもラジエータ15側の冷却水循環路14の途中には、ラジエータ11側に送られる冷却水温（ラジエータ側冷却水温）を検出するラジエータ側冷却水温センサ21（ラジエータ側冷却水温検出手段）が設けられている。尚、ラジエータ側冷却水温センサ21の取付位置は、サーモスタット13よりもラジエータ15側の冷却水循環経路であれば良く、例えばラジエータ15に取り付けても良い。

【0028】これらエンジン側／ラジエータ側の両冷却水温センサ20、21の出力信号は電子制御装置22（以下「ECU」と略記する）に取り込まれる。このECU22は、マイクロコンピュータを主体として構成され、エンジン制御とサーモスタット故障診断とを行う。尚、ECU22は、エンジン制御用ECUとサーモスタット故障診断用ECUとに分離された2つのECUから構成しても良いし、1つのECUでエンジン制御とサーモスタット故障診断の双方を行うようにしても良い。

【0029】ECU22には、エンジン制御やサーモスタット故障診断を行うための情報として、上述した両冷

却水温センサ20、21からの冷却水温信号の他、エンジン回転数センサ23からのエンジン回転数信号、吸気量センサ24からの吸気量信号、吸気温センサ25からの吸気温信号、車速センサ26からの車速信号が読み込まれ、更に、空調装置27のブロワモータの作動状態を示す信号も読み込まれる。このECU22には、サーモスタット13の故障を検出したときにそれを警告する警告手段である警告ランプ28と、サーモスタット13の故障情報を記憶する書込み可能な不揮発性メモリであるバックアップRAM29が接続されている。このバックアップRAM29は、エンジン停止中もバッテリー（図示せず）から電源が供給され、故障情報の記憶を保持し、修理・点検時に故障情報を読み出せるようになっている。

【0030】ECU22に内蔵されたROM（記憶媒体）には、図2乃至図4に示すサーモスタット故障診断用の各プログラムが記憶され、これらのプログラムを実行することで、サーモスタット13の開故障と閉故障の有無を診断する。以下、各プログラムの処理内容について説明する。

【0031】図2は、サーモスタット故障診断全体の処理を統括する故障診断メインプログラムである。本プログラムは、特許請求の範囲でいう故障診断手段としての役割を果たし、イグニッションスイッチ（図示せず）のオン後に所定時間毎又は所定クランク角毎に繰り返し起動される。本プログラムが起動されると、まずステップ100で、後述する図3に示す開故障診断プログラムを実行し、サーモスタット13が開き放しになる開故障が発生したか否かを診断する。この後、ステップ200で、後述する図4に示す閉故障診断プログラムを実行し、サーモスタット13が閉じ放しになる閉故障が発生したか否かを診断し、本プログラムを終了する。

【0032】ここで、図3の開故障診断プログラムによる開故障の診断方法について図5のタイムチャートを用いて説明する。図5は、開故障が発生したときのエンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温の挙動を正常時と比較して示したものである。エンジン11が冷えた状態で始動する冷間始動時には、サーモスタット13が正常であれば閉弁しているため、冷却水の循環が停止されて、エンジン側冷却水温の上昇が促進されるが、ラジエータ側冷却水温はほとんど上昇しないため、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温との温度差が時間経過とともに拡大する。これに対し、開故障が発生すると、冷間始動時でも、始動当初からラジエータ15内の冷えた冷却水がエンジン11のウォータジャケット12内に循環されてしまうため、始動後のエンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温との温度差が正常時よりも小さくなる。

【0033】この点に着目し、図3の開故障診断プログラムでは、冷間始動後の所定期間のエンジン側冷却水温

10

20

30

40

50

とラジエータ側冷却水温との温度差が大きい小さいかによってサーモスタットが正常に閉じているか、開故障であるか否かを判別する。具体的には、まずステップ101で、始動時のエンジン側冷却水温 $T_e$ がサーモスタット13の開弁温度以下であるか否かによって冷間始動か否かを判定し、冷間始動時でなければ、開故障の診断を行うことなく、本プログラムを終了する。

【0034】ここで、開故障の診断を冷間始動時に行う理由は、冷間始動当初は、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温とがほぼ同一若しくは近い温度であるため、冷間始動後にエンジン側冷却水温 $T_e$ がサーモスタット13の開弁温度に達するまでの期間は、開故障時と正常時の冷却水温の上昇具合が大きく異なり、他の運転期間と比較して開故障を検出しやすいためである。

【0035】前記ステップ101で、冷間始動と判定された場合には、ステップ102に進み、開故障診断条件が成立しているか否かを判定する。ここで、開故障診断条件は、①エンジン側冷却水温センサ20及びラジエータ側冷却水温センサ21の双方が正常であること、②冷間始動から所定時間経過後であること（但し、所定時間は冷間始動後にエンジン側冷却水温 $T_e$ がサーモスタット13の開弁温度に達するまでの時間以内に設定される）、③エンジン側冷却水温 $T_e$ がサーモスタット13の開弁温度よりも低いことであり、これら①～③の条件を全て満たしたときに開故障診断条件が成立する。

【0036】ここで、上記条件①（両冷却水温センサ20、21が正常であること）は、例えば冷却水温センサ20、21の出力電圧が所定範囲内であるか否かによって判定される。また、上記条件②（冷間始動から所定時間経過後）は、開故障時と正常時とで冷却水温の挙動に明確な相違が現れるまでに必要な時間条件である。また、上記条件③（エンジン側冷却水温 $T_e$ がサーモスタット13の開弁温度よりも低いこと）は、エンジン側冷却水温 $T_e$ がサーモスタット13の開弁温度を越えるとサーモスタット13が開弁してしまうため、開故障を判別しにくくなるためである。

【0037】上記ステップ102で、上記条件①～③のいずれか1つでも満たさない場合には、開故障診断条件が不成立となり、開故障の診断を行うことなく、本プログラムを終了する。上記条件①（両冷却水温センサ20、21が正常であること）の判定を含むステップ102の処理は、特許請求の範囲でいう故障診断禁止手段としての役割を果たす。

【0038】これに対し、上記①～③の条件が全て満たされて開故障診断条件が成立していれば、ステップ103に進み、エンジン側冷却水温 $T_e$ とラジエータ側冷却水温 $T_r$ との温度差（ $T_e - T_r$ ）を算出し、次のステップ104で、この温度差（ $T_e - T_r$ ）から開故障を判定するための開故障判定基準値 $\alpha$ を、エンジン11の発熱量や冷却水の放熱量を左右するパラメータである、

吸気量 $Q$ 、エンジン回転数 $N_e$ 、吸気温、車速、空調装置27のプロワモータの作動状態のうちの少なくとも1つをパラメータとしてマップ又は関数式により算出する。

【0039】この後、ステップ105で、エンジン側冷却水温 $T_e$ とラジエータ側冷却水温 $T_r$ との温度差（ $T_e - T_r$ ）を開故障判定基準値 $\alpha$ と比較し、温度差（ $T_e - T_r$ ）が開故障判定基準値 $\alpha$ 以上のときには、ステップ106に進み、サーモスタット13が正常に開いていると判定して本プログラムを終了する。

【0040】これに対し、エンジン側冷却水温 $T_e$ とラジエータ側冷却水温 $T_r$ との温度差（ $T_e - T_r$ ）が開故障判定基準値 $\alpha$ よりも小さいときには、ステップ107に進み、サーモスタット13が開故障と判定し、次のステップ108で、警告ランプ28を点灯又は点滅して、運転者に警告すると共に、バックアップRAM29に開故障の情報を記憶して本プログラムを終了する。

【0041】以上説明した図3の開故障診断プログラムは、特許請求の範囲でいう開故障診断手段としての役割を果たす。

【0042】次に、図4の開故障診断プログラムによる開故障の診断方法について図6のタイムチャートを用いて説明する。図6は、サーモスタット13が閉じ放しになる閉故障が発生したときのエンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温の挙動を正常時と比較して示したものである。エンジン側冷却水温がサーモスタット開弁温度を越えたときには、サーモスタット13が正常であれば開弁して、ラジエータ側の冷えた冷却水がエンジン11側へ循環され、エンジン側冷却水温が低下し、ラジエータ側冷却水温が上昇するため、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温との温度差が時間経過とともに小さくなる。これに対し、閉故障が発生したときには、エンジン側冷却水温がサーモスタット開弁温度を越えても、サーモスタット13が開弁せず、冷却水の循環が行われずに、エンジン側冷却水温が上昇し続けるが、ラジエータ側冷却水温はあまり上昇しないため、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温との温度差が時間経過とともに益々大きくなる。

【0043】この点に着目し、図4の開故障診断プログラムでは、冷間始動してからエンジン側冷却水温がサーモスタット13の開弁温度に達した後の所定期間にエンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温との温度差が大きい小さいかによってサーモスタットが正常に開いているか、閉故障であるか否かを判別する。具体的には、まずステップ201で、始動時のエンジン側冷却水温 $T_e$ がサーモスタット13の開弁温度以下であるか否かによって冷間始動か否かを判定し、冷間始動時でなければ、開故障の診断を行うことなく、本プログラムを終了する。

【0044】これに対し、ステップ201で、冷間始動



と判定された場合には、ステップ 202 に進み、閉故障診断条件が成立しているか否かを判定する。ここで、閉故障診断条件は、①エンジン側冷却水温センサ 20 及びラジエータ側冷却水温センサ 21 の双方が正常であること、②エンジン側冷却水温  $T_e$  がサーモスタット 13 の開弁温度を越えてから所定時間経過していること、③エンジン側冷却水温  $T_e$  がサーモスタット 13 の閉弁温度よりも高いことであり、これら①～③の条件を全て満たしたときに閉故障診断条件が成立する。

【0045】ここで、上記条件②（サーモスタット 13 の開弁温度を越えてから所定時間経過後）は、閉故障時と正常時とで冷却水温  $T_e$ 、 $T_r$  の挙動に明確な相違が現れるまでに必要な時間的條件である。また、上記条件③（エンジン側冷却水温  $T_e$  がサーモスタット 13 の閉弁温度よりも高いこと）は、エンジン側冷却水温  $T_e$  がサーモスタット 13 の閉弁温度以下になるとサーモスタット 13 が閉弁してしまうため、閉故障を判別しにくくなるためである。

【0046】上記ステップ 202 で、上記条件①～③のいずれか 1 つでも満たさない場合には、閉故障診断条件が不成立となり、閉故障の診断を行うことなく、本プログラムを終了する。

【0047】これに対し、上記①～③の条件が全て満たされて閉故障診断条件が成立していれば、ステップ 203 に進み、エンジン側冷却水温  $T_e$  とラジエータ側冷却水温  $T_r$  との温度差 ( $T_e - T_r$ ) を算出し、次のステップ 204 で、この温度差 ( $T_e - T_r$ ) から閉故障を判定するための閉故障判定基準値  $\beta$  を、エンジン 11 の発熱量や冷却水の放熱量を左右するパラメータである、吸気量  $Q$ 、エンジン回転数  $N_e$ 、吸気温、車速、空調装置 27 のブロワモータの作動状態のうちの少なくとも 1 つをパラメータとしてマップ又は関数式により算出する。

【0048】この後、ステップ 205 で、エンジン側冷却水温  $T_e$  とラジエータ側冷却水温  $T_r$  との温度差 ( $T_e - T_r$ ) を閉故障判定基準値  $\beta$  と比較し、温度差 ( $T_e - T_r$ ) が閉故障判定基準値  $\beta$  以下のときには、ステップ 206 に進み、サーモスタット 13 が正常に閉じていると判定して本プログラムを終了する。

【0049】これに対し、エンジン側冷却水温  $T_e$  とラジエータ側冷却水温  $T_r$  との温度差 ( $T_e - T_r$ ) が閉故障判定基準値  $\beta$  よりも大きいときには、ステップ 207 に進み、サーモスタット 13 が閉故障と判定し、次のステップ 208 で、警告ランプ 28 を点灯又は点滅して、運転者に警告すると共に、バックアップ RAM 29 に閉故障の情報を記憶して本プログラムを終了する。尚、本プログラムは、特許請求の範囲でいう閉故障診断手段としての役割を果たす。

【0050】以上説明した実施形態 (1) によれば、エンジン側冷却水温センサ 20 とラジエータ側冷却水温セ

ンサ 21 により検出したエンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温とに基づいて、従来では検出できなかったサーモスタット 13 の故障を検出できるので、サーモスタット 13 の故障による燃費悪化、エミッション増加、オーバーヒートを未然に防止できる。しかも、エンジン側冷却水温センサ 20 は、従来のエンジンにも設けられていたエンジン制御用の水温センサを使用すれば良いので、従来のエンジン制御システムにラジエータ側冷却水温センサ 21 を新たに追加するだけで良く、比較的構成が簡単で、コストアップも少なく済み、低コスト化の要求も満たすことができる。

【0051】更に、この実施形態 (1) では、故障判定基準値を設定する際に、エンジン 11 の発熱量や冷却水の放熱量を左右するパラメータである、吸気量  $Q$ 、エンジン回転数  $N_e$ 、吸気温、車速、空調装置 27 のブロワモータの作動状態のうちの少なくとも 1 つをパラメータとして故障判定基準値を算出するようにしたので、エンジン 11 の発熱量や冷却水の放熱量を考慮した故障判定が可能となり、その分、故障診断精度を向上することができる。

【0052】〔実施形態 (2)〕前記実施形態 (1) では、サーモスタット 13 の閉故障と閉故障の診断を、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温との温度差に基づいて行ったが、図 7 及び図 8 に示す実施形態 (2) では、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温の各々の温度変化率に基づいてサーモスタット 13 の閉故障と閉故障の診断を次のようにして行う。

【0053】図 7 に示す閉故障診断プログラムでは、図 3 と同じく、冷間始動時で且つ閉故障診断条件が成立しているときに、ステップ 103 a 以降の閉故障の診断処理を実行する (ステップ 101、102)。閉故障診断条件は、前記実施形態 (1) と同じである。閉故障の診断を行う場合には、まずステップ 103 a で、エンジン側冷却水温変化率  $\Delta T_e$  を、前回のエンジン側冷却水温  $T_e(i-1)$  と今回のエンジン側冷却水温  $T_e(i)$  との差の絶対値で求めると共に、ラジエータ側冷却水温変化率  $\Delta T_r$  を、前回のラジエータ側冷却水温  $T_r(i-1)$  と今回のラジエータ側冷却水温  $T_r(i)$  との差の絶対値で求める。

【0054】この後、ステップ 104 a で、エンジン側冷却水温変化率  $\Delta T_e$  から閉故障を判定するための閉故障判定基準値  $\gamma$  と、ラジエータ側冷却水温変化率  $\Delta T_r$  から閉故障を判定するための閉故障判定基準値  $\delta$  を、エンジン 11 の発熱量や冷却水の放熱量を左右するパラメータである、吸気量  $Q$ 、エンジン回転数  $N_e$ 、吸気温、車速、空調装置 27 のブロワモータの作動状態のうちの少なくとも 1 つをパラメータとしてマップ又は関数式により算出する。

【0055】この後、ステップ 105 a で、エンジン側冷却水温変化率  $\Delta T_e$  が閉故障判定基準値  $\gamma$  以上で、且つラジエータ側冷却水温変化率  $\Delta T_r$  が閉故障判定基準

値 $\delta$ 以下であるか否かを判定し、 $\Delta T_e \geq \gamma$ と $\Delta T_r \leq \delta$ の双方の条件を満たしていれば、ステップ106に進み、サーモスタット13が正常に開いていると判定して本プログラムを終了する。

【0056】これに対し、 $\Delta T_e \geq \gamma$ と $\Delta T_r \leq \delta$ のいずれか一方でも条件を満たさないときには、ステップ107に進み、サーモスタット13が開故障と判定し、次のステップ108で、警告ランプ28を点灯又は点滅して運転者に警告すると共に、バックアップRAM29に開故障の情報を記憶して本プログラムを終了する。

【0057】一方、図8に示す閉故障診断プログラムでは、図4と同じく、冷間始動時で且つ閉故障診断条件が成立しているときに、ステップ203a以降の開故障の診断処理を実行する(ステップ201, 202)。閉故障診断条件は前記実施形態(1)と同じである。閉故障の診断を行う場合には、まずステップ203aで、エンジン側冷却水温変化率 $\Delta T_e$ を、前回のエンジン側冷却水温 $T_e(i-1)$ と今回のエンジン側冷却水温 $T_e(i)$ との差の絶対値で求めると共に、ラジエータ側冷却水温変化率 $\Delta T_r$ を、前回のラジエータ側冷却水温 $T_r(i-1)$ と今回のラジエータ側冷却水温 $T_r(i)$ との差の絶対値で求める。

【0058】この後、ステップ204aで、エンジン側冷却水温変化率 $\Delta T_e$ とラジエータ側冷却水温変化率 $\Delta T_r$ との比 $\Delta T_e / \Delta T_r$ から閉故障を判定するための閉故障判定基準値 $\epsilon$ を、エンジン11の発熱量や冷却水の放熱量を左右するパラメータである、吸気量 $Q$ 、エンジン回転数 $N_e$ 、吸気温、車速、空調装置27のプロワモータの作動状態のうちの少なくとも1つをパラメータとしてマップ又は関数式により算出する。

【0059】この後、ステップ205aで、エンジン側冷却水温変化率 $\Delta T_e$ とラジエータ側冷却水温変化率 $\Delta T_r$ との比 $\Delta T_e / \Delta T_r$ を閉故障判定基準値 $\epsilon$ と比較し、 $\Delta T_e / \Delta T_r \leq \epsilon$ であれば、ステップ206に進み、サーモスタット13が正常に閉じていると判定して本プログラムを終了する。

【0060】これに対し、 $\Delta T_e / \Delta T_r > \epsilon$ の場合には、ステップ207に進み、サーモスタット13が開故障と判定し、次のステップ208で、警告ランプ28を点灯又は点滅して、運転者に警告すると共に、バックアップRAM29に閉故障の情報を記憶して本プログラムを終了する。

【0061】[その他の実施形態] 前記実施形態

(1), (2)では、サーモスタット13の開故障の診断を冷間始動後の所定時間経過後に行うようにしたが、開弁状態のサーモスタット13が閉弁した後(図5のT2以後)の所定時間経過後に開故障を診断するようにしても良い。要は、サーモスタット12が正常であれば閉じている温度領域で、開故障の診断を行うようにすれば良い。また、故障判定基準値を算出する際に用いるパラ

メータとして、吸気量に代えて吸気管圧力を用いても良く、また、吸気温に代えて外気温を用いても良い。

【0062】また、図1のシステム構成例では、ラジエータ15を冷却する冷却ファン18をエンジン11の動力によって回転駆動するようにしたが、電動モータを駆動源とする電動ファンを用いるようにしても良い。また、ラジエータ15の取付位置はウォータジャケット12の出口部に限定されず、ウォータジャケット12の入口部等、他の部分であっても良い。

10 【0063】また、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温の挙動は、ウォータポンプ17、冷却ファン18、空調装置27のプロワモータの故障によっても影響を受けるため、エンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温からウォータポンプ17、冷却ファン18、空調装置27のプロワモータの故障も診断するようにしても良い。また、エンジン側冷却水温センサ20の故障時には、ラジエータ側冷却水温センサ21の出力信号をエンジン制御情報として用いるようにしても良い。

20 【0064】その他、本発明は、開故障診断プログラムと閉故障診断プログラムのいずれか一方のみを実施するようにしても良い等、要旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態(1)におけるエンジン冷却系全体の構成を示す図

【図2】サーモスタット故障診断メインプログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図3】実施形態(1)の開故障診断プログラムの処理の流れを示すフローチャート

30 【図4】実施形態(1)の閉故障診断プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図5】サーモスタットが開き放しになる開故障が発生したときのエンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温の挙動を正常時と比較して示したタイムチャート

【図6】サーモスタットが閉じ放しになる閉故障が発生したときのエンジン側冷却水温とラジエータ側冷却水温の挙動を正常時と比較して示したタイムチャート

【図7】実施形態(2)の開故障診断プログラムの処理の流れを示すフローチャート

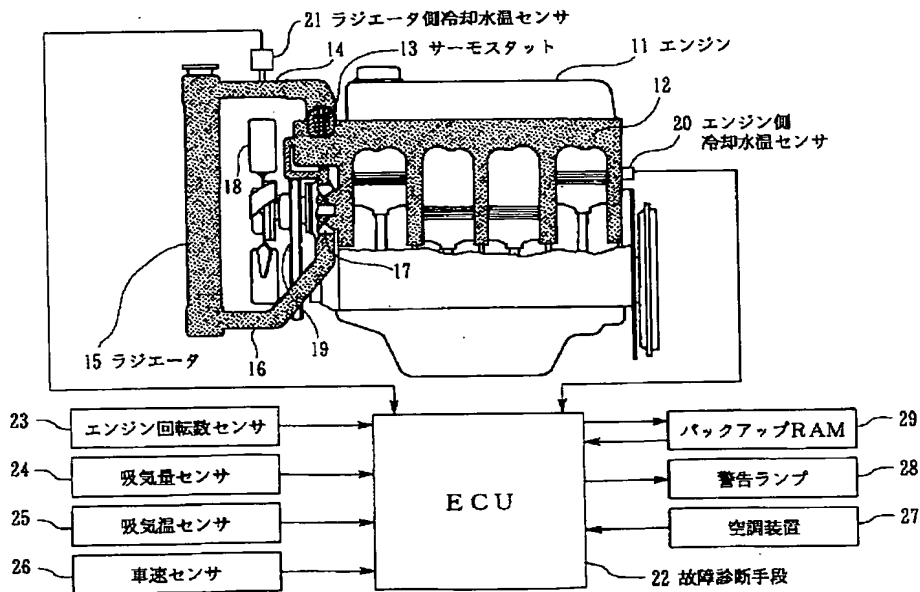
40 【図8】実施形態(2)の閉故障診断プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【符号の説明】

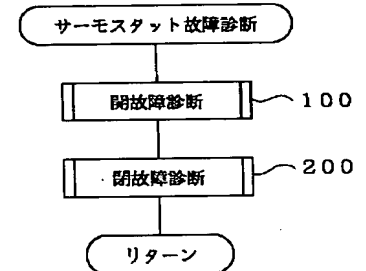
11…エンジン、12…ウォータジャケット、13…サーモスタット、14…冷却水循環路、15…ラジエータ、16…冷却水循環路、18…冷却ファン、20…エンジン側冷却水温センサ(エンジン側冷却水温検出手段)、21…ラジエータ側冷却水温センサ(ラジエータ側冷却水温検出手段)、22…ECU(故障診断手段、開故障診断手段、閉故障診断手段、故障診断禁止手段)、23…エンジン回転数センサ、24…吸気量セン

15  
 サ、25…吸気温センサ、26…車速センサ、27…空 \*アップRAM。  
 調装置、28…警告ランプ（警告手段）、29…バック\*

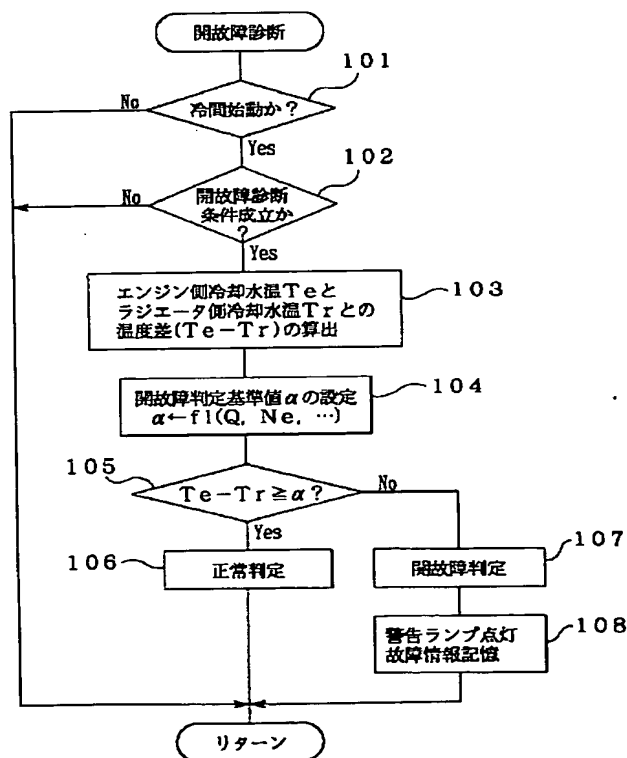
【図1】



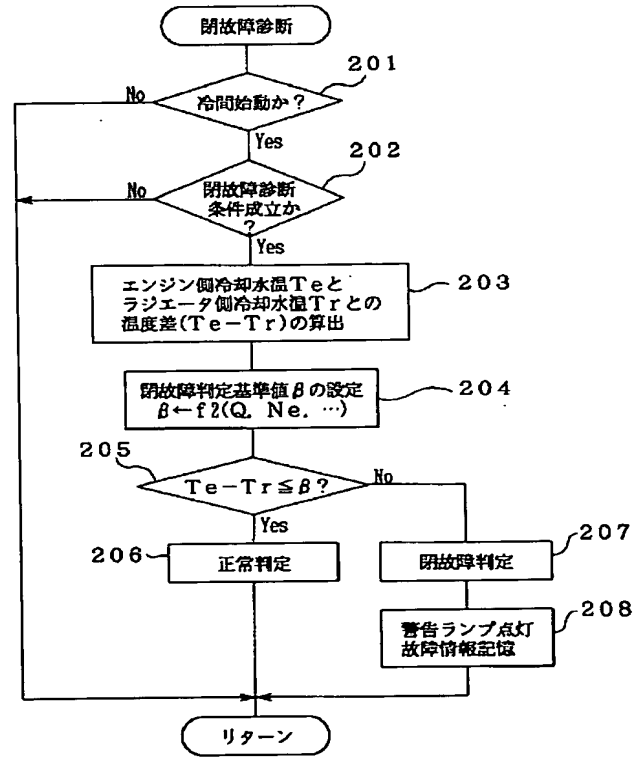
【図2】



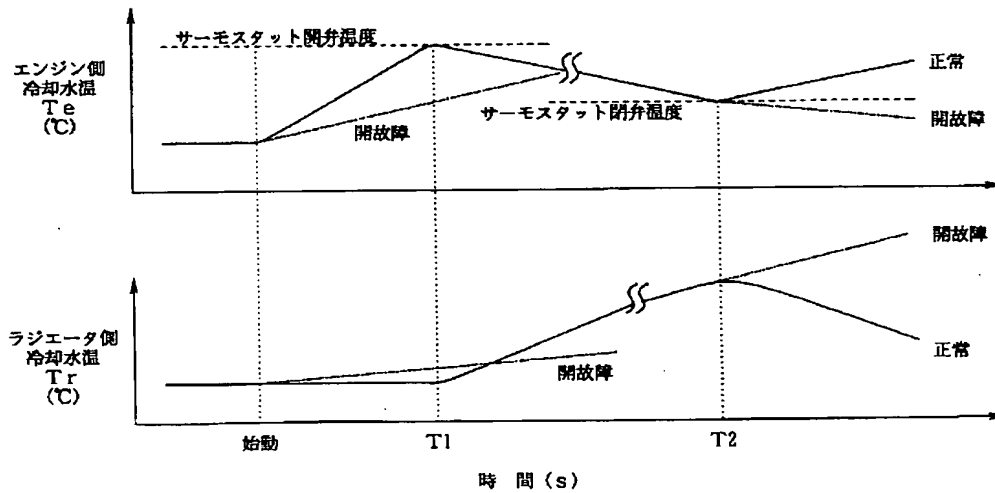
【図3】



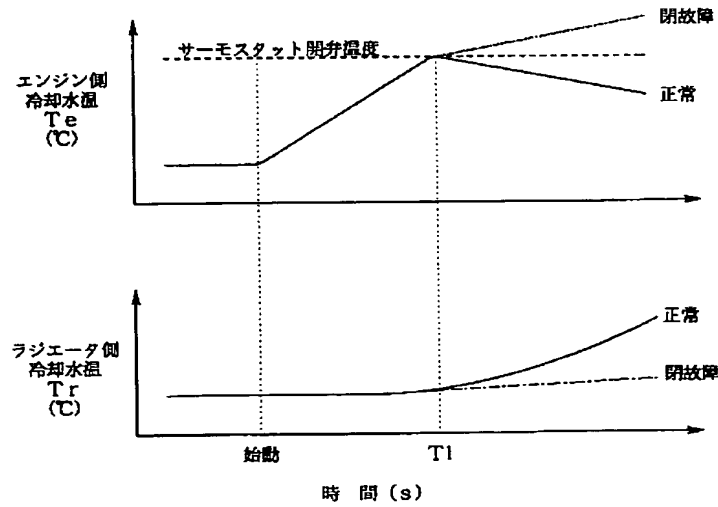
【図4】



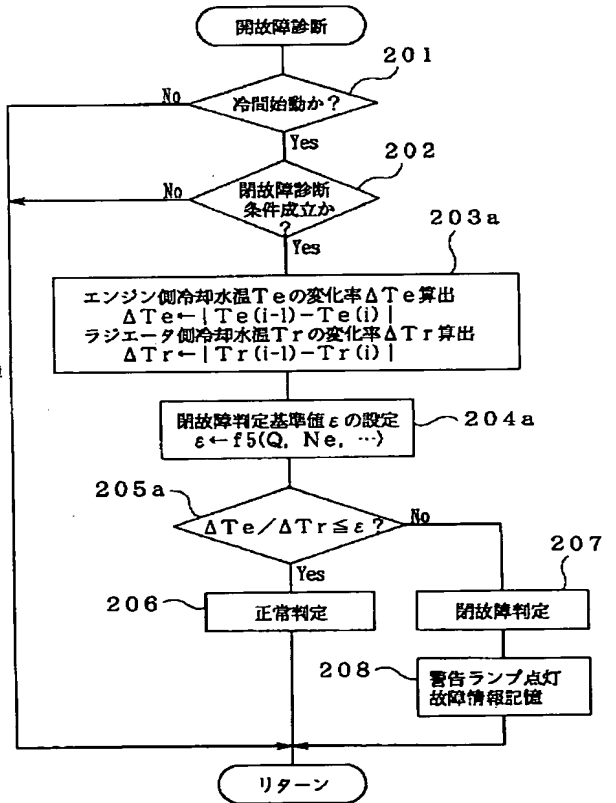
【図5】



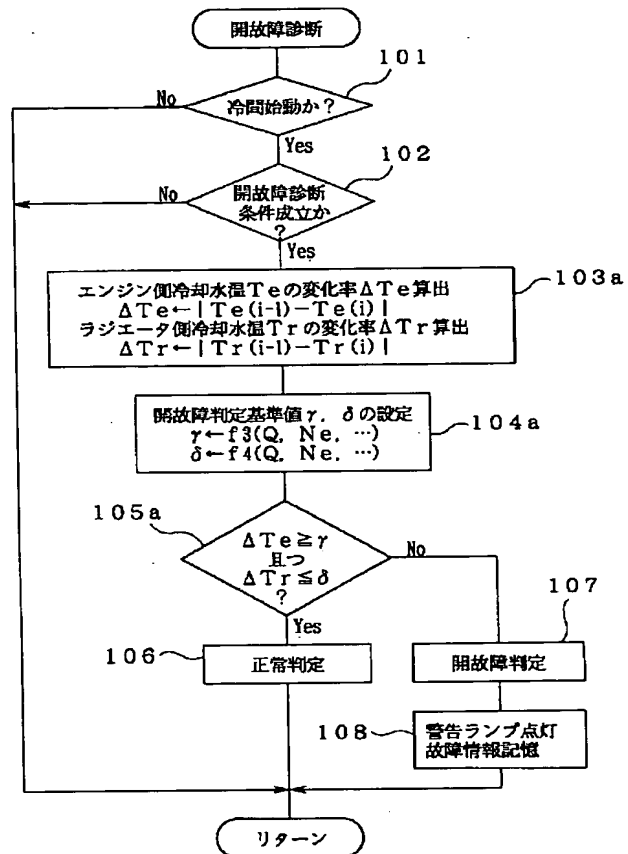
【図6】



【図8】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
 G 0 1 M 15/00

識別記号

F I  
 G 0 1 M 15/00

Z